

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
16. Mai 2002 (16.05.2002)

PCT

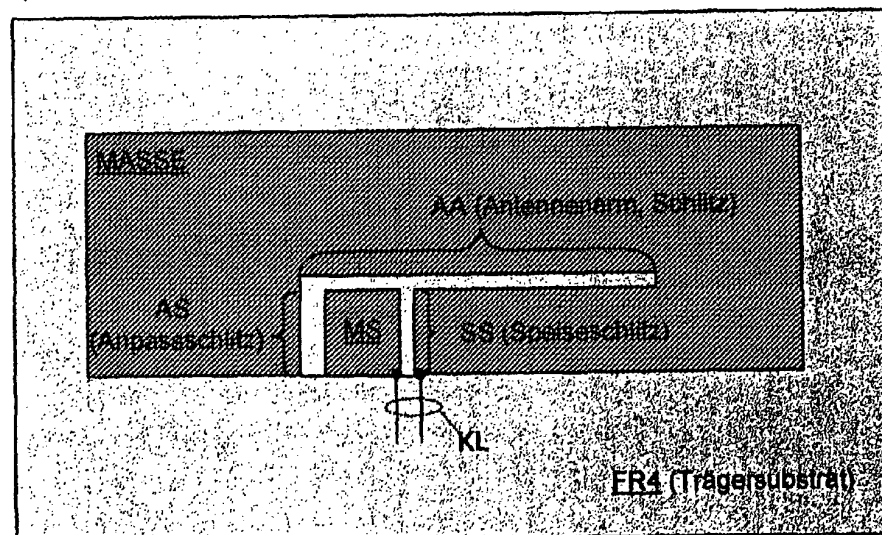
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/39547 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01Q 9/04, 1/24, 13/10
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04052
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Oktober 2001 (24.10.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
100 55 123.8 7. November 2000 (07.11.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ALPASLAN, Abbas  
[DE/DE]; Droste-Hülshoff-Str. 8, 58453 Witten (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, RU, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INVERTED-F ANTENNA

(54) Bezeichnung: INVERTED-F-ANTENNE



(57) Abstract: The inventive inverted-F antenna (A) has a metal layer (MASSE, MS) which is applied partially to a support layer (FR4) in such a way that at least one antenna arm (AA), an outer transversal girder (AS) and an inner transversal girder (SS) of the inverted-F antenna (A) are formed by a metal-free part (AA, AS, SS) of the support layer (FR4) which separates the metal layer (MASSE, MS) into a ground surface (MASSE) and a connection surface (MS).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/39547 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CN, JP, RU, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**(57) Zusammenfassung:** Die erfindungsgemäße Inverted-F-Antenne (A) weist eine Metallschicht (MASSE, MS) die derart partiell auf einer Trägerschicht (FR4) aufgetragen ist, dass zumindest ein Antennenarm (AA), ein äußerer Querbalken (AS) sowie ein innerer Querbalken (SS) der Inverted-F-Antenne (A) durch einen metallfreien Teil (AA, AS, SS) der Trägerschicht (FR4) gebildet wird, der die Metallschicht (MASSE, MS) in eine Massefläche (MASSE) und eine Anschlussfläche (MS) trennt.

## Beschreibung

## Inverted-F-Antenne

- 5 Die Erfindung betrifft eine Inverted-F-Antenne.

In Funk-Kommunikationssystemen werden Nachrichten (beispielsweise Sprache, Bildinformation oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen übertragen. Das Abstrahlen  
10 bzw. der Empfang der elektromagnetischen Wellen erfolgt durch Antennen, wobei die Trägerfrequenzen, in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen.

Bei Funk-Kommunikationssystemen, die gemäß dem DECT-Standard  
15 funktionieren, werden für die zugehörigen Funksende-/Funkempfangsgeräte häufig steckbare Drahtantennen verwendet, die während der Endmontage, also nach dem Prüfen, eingesetzt werden.

20 Nachteilig ansteckbaren Drahtantennen ist, dass sie im Bereich der Steckverbindung einen relativ großen Volumenbedarf haben. Dieses Volumen steht jedoch beispielsweise bei Kurzstrecken-Funksende-/Funkempfangsgeräten, die gemäß dem Bluetooth-Standard funktionieren, nicht zur Verfügung, da diese  
25 Kurzstrecken-Funksende-/Funkempfangsgeräte im Allgemeinen als Module für die Integration in bereits bekannte Endgeräte der Daten- bzw. Telekommunikation gedacht sind, und diese Integration - insbesondere aus Designgründen - ohne merkliche Volumenänderung der Endgeräte vonstatten gehen soll.

30 Wegen ihres - im Vergleich zu Drahtantennen - geringen Volumenbedarfs wird daher auch auf Inverted-F-Antennen für den Einsatz in Kurzstrecken-Funksende-/Funkempfangsgeräten gemäß Bluetooth, aber auch für Funksende-/Funkempfangsgeräte gemäß  
35 GSM- oder DECT-Standard, zurückgegriffen.

In der Regel werden diese Inverted-F-Antennen als Stanzbiegeteile aus einem Blech geformt und beispielsweise druckkontaktiert auf einer Leiterplatine fixiert oder als planare aus metallischen Streifenleitern gestaltete Struktur auf der Leiterplatine (eine sogenannte "PIFA" = Planar Inverted-F-Antenna) aufgetragen.

Insbesondere beim Anbringen der Antenne durch Druckkontaktierung besteht aber dennoch ein erhöhter Volumenbedarf, der sich neben dem großen Volumen der Blechantenne auch durch die für das Fixieren der Blechantenne erforderlichen Fangrippen ergibt.

Zudem unterliegen die Kontaktflächen einer Korrosion, der lediglich durch ein kostenintensives Vergolden der Kontakte begegnet werden kann.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist es eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Antenne anzugeben.

Diese Aufgabe wird ausgehend vom Oberbegriff durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Inverted-F-Antenne weist eine Metallschicht die derart partiell auf einer Trägerschicht aufgetragen ist, dass zumindest ein Antennenarm, ein äußerer Querbalken sowie ein innerer Querbalken der Inverted-F-Antenne durch einen metallfreien Teil der Trägerschicht gebildet wird, der die Metallschicht in eine Massefläche und eine Anschlussfläche trennt.

Durch die erfindungsgemäße Antenne wird ein geringerer Volumenbedarf erzielt, da die relative Dielektrizität  $\epsilon_r$  einer nicht metallischen Schicht, insbesondere die relative Dielektrizität der für Flachbaugruppen Verwendung findenden Trägersubstrate im Vergleich zu Metall einen größeren Verkürzung bzw. kleineren Verkürzungsfaktor, der proportional zu  $1/(\epsilon_r \cdot$

$\mu_r)^{0.5}$  ist, bewirken, da ihre relative Permeabilität  $\mu_r$  nahezu den Wert eins aufweist, so dass elektrische Feldlinien fast vollständig im Trägersubstrat verlaufen. Zudem lässt sich mit der Antenne eine sehr große Bandbreite der nutzbaren  
5 Frequenzen erzielen. Eine höhere Unempfindlichkeit gegenüber sich im Nahfeld der Antenne befindender Metallteile wird ebenso gewährleistet.

Weitere Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in  
10 den Unteransprüchen angegeben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Figuren dargestellt. Davon zeigen:

- 15       Figur 1: Eine erfindungsgemäße ausgestaltete Inverted-F-Antenne  
          Figur 2: Gemessener Verlauf des Eingangsreflexionsfaktors bei Einsatz der erfindungsgemäßen Antenne im Bluetooth-Frequenzband (2400 - 2480 MHz)

20

In Figur 1 ist eine zur planaren aus metallischen Streifenleitern gestalteten Inverted-F-Antenne erfindungsgemäß als zur Inverted-F-Antenne duale bzw. komplementäre Antenne A dargestellt.

25

Dual bedeutet hierbei, dass die für die Inverted-F-Antenne charakteristische F-Form nicht durch metallische Streifenleiter realisiert ist, sondern durch ein für Flachbaugruppen verwendetes Trägersubstrat (z.B. FR4) bzw. Dielektrikum, wobei  
30 bei sich die Konturen der F-Form durch eine das Trägersubstrat begrenzende Metallschicht MASSE ergeben.

Handelt es sich bei dem verwendeten Trägersubstrat um Ferrit, kann eine von der Antenne A benötigte Fläche, d.h. die Fläche  
35 der Metallisierung MASSE; MS, bzw. die Antennen(arm)länge, nochmals reduziert werden, da Ferrit eine relative Permeabi-

lität  $\mu_r$  größer als eins aufweist und somit den Verkürzungsfaktor abermals verbessert.

Im Gegensatz zur üblichen Inverted-F-Antenne sind bei der dualen Antenne A die Rollen von Metallschicht und Substrat (Dielektrikum) vertauscht. Die erfindungsgemäße Antenne A erscheint daher komplementär zur üblichen Inverted-F-Antenne, da keine metallischen Streifenleiter die F-Form bilden, sondern Schlitze AA, AS und SS, die und zwischen einer Metallschicht MASSE und einem metallischen Abschnitt MS verlaufen bzw. durch diese begrenzt sind.

Ein erster in Figur 1 dargestellter als Schlitz realisierter Querbalken (Speiseschlitz) SS der F-Form wird zur Speisung der Antenne A verwendet, d.h. hierüber laufen die zu senden- den bzw. die empfangenen Hochfrequenzsignale.

Zur Speisung ist an den Speiseschlitz SS beispielsweise eine Koplanarleitung KL angeschlossen, die beispielsweise über eine 50  $\Omega$  Leitung mit einem Sende-/Empfangsteil (Transceiver) verbunden ist.

Der Anschluss erfolgt, in dem ein Innenleiter (Leiterbahn) der Koplanarleitung KL mit dem Abschnitt MS verbunden wird, während ein Außenleiter (Leiterbahn) der Koplanarleitung KL mit der Massemetallisierung MASSE verbunden wird.

Alternativ kann für den Anschluss auch eine gemäß "Triplate" Technologie oder "Micro Strip" ausgestaltete Leitung Verwendung finden.

Ein zweiter dargestellter als Schlitz realisierter Querbalken (Anpassungsschlitz) AS der F-Form kann auf vorteilhafte Weise zu einer evtl. notwendigen Anpassung, beispielsweise an die 50  $\Omega$  Leitung, verwendet werden, wobei dazu lediglich die Breite des (Anpassungs-)Schlitzes AS variiert werden muss.

Die Resonanzfrequenz der Antenne A wird in erster Linie durch die Länge des in der Figur dargestellten Antennenarms AA bestimmt, wobei der Antennenarm AA bei der gezeigten Inverted-F-Antenne A dem Längsbalken der F-Form entspricht und ebenfalls als Schlitz ausgestaltet ist.

Die äußeren Maße der erfindungsgemäß ausgestalteten Antenne A können im Vergleich zu einer planaren metallischen Inverted-F-Antenne deutlich kleiner gewählt werden.

10

Zum Einen ist das durch eine bessere Ausnutzung des Verkürzungsfaktors des Trägersubstrats bei der Antenne A begründet, die sich dadurch bemerkbar macht, dass die elektrischen Feldlinien bei der erfindungsgemäßen Antenne A im Vergleich zu Metall nahezu vollständig im Dielektrikum (Trägersubstrat) verlaufen.

15

Zum Anderen ist dies auch dadurch begründet, dass die F-Form platzsparend innerhalb einer ohnehin für die Massemetallisierung MASSE notwendigen Fläche untergebracht ist. Die für eine planare metallische Inverted-F-Antenne notwendige Fläche wird daher eingespart.

20

Die erfindungsgemäße Antenne A ist nicht beschränkt auf Inverted-F-Antennen, da sich die Vertauschung der Rolle von Metall- und Trägerschicht auch auf andere zur Realisierung einer Antennenfunktion bekannte metallischen Strukturen anwenden lässt, wobei die Realisierung der Anpassung bzw. Speisung analog zur Struktur zu der in Figur 1 dargestellten unterscheiden kann und durch Messung und Simulation ermittelt bzw. optimiert werden kann.

25

30

In Figur 2 ist als Messergebnis ein Eingangsreflexionsfaktor  $S_{11}$  einer nach Figur 1 ausgestalteten Antenne A mit folgender Dimensionierung

35

h	=	6 mm
d	=	1 mm
L	=	50 mm
H	=	17 mm

dargestellt, wobei

- l := Länge des Antennenarms AA
- h := Länge Anpassschlitz AS und Speiseschlitzlänge SP
- d := Breite Antennenarm AA und Speiseschlitz SS
- L := Gesamtlänge der benötigten (Layout-)Fläche
- H := Gesamthöhe der benötigten (Layout-)Fläche

5 definiert sind.

Für die Durchführung der Messung ist die Antenne A am Speiseschlitz SS mit einem "Semi-Rigid"-Koaxialkabel verknüpft und an einen Netzwerkanalysator angeschlossen.

- 10 Die Verknüpfung des Koaxialkabels mit der erfindungsgemäßen Antenne A wird derart realisiert, dass der Innenleiter des Koaxialkabels mit dem Abschnitt MS, der zwischen dem Speiseschlitz SS und dem Anpassschlitz AS verläuft, und der äußere Kabelmantel mit der Massemetallisierung MASSE durch Löten
- 15 verbunden sind.

Die Messung des Eingangsreflexionsfaktors S11 erfolgt bei Frequenzen in einem Bereich zwischen 2400-2480 MHz. Dieser Frequenzbereich entspricht dem Bluetooth-Frequenzband für das

20 die Messung optimiert wurde.

Anhand der Werte des Eingangsreflexionsfaktors S11 bei den dargestellten Markern 1, 2 und 3 lässt sich entnehmen, dass für das gewählte Frequenzband eine sehr gute Anpassung erzielt wird.

25

An dem in der Figur 2 dargestellten Verlauf des Eingangsreflexionsfaktors S11 lässt sich auch erkennen, dass die Anten-



ne A für eine extrem hohe Bandbreite geeignet ist, da beispielsweise die "-10dB-Bandbreite", die in der Fachwelt als Richtwert angesetzt wird, bei knapp 700 MHz liegt.

- 5 Bei herkömmlichen metallischen Inverted-F-Antennen liegen die erzielbaren Bandbreiten dagegen bei wenigen 100 MHz.

Daher ist die erfindungsgemäße Antenne A auch für Telekommunikationsgeräte geeignet, die in einem Telekommunikationssystem mit hoher Bandbreite bzw. in unterschiedlichen Frequenzbändern verschiedener Telekommunikationssysteme eingesetzt werden, beispielsweise Multi-Band-Geräten, die sowohl nach dem UMTS-Standard in einem Frequenzband um 2GHz als auch nach dem Bluetooth-Standard in einem Band um 2,4GHz funktionieren, so dass die Antenne eine Frequenzbandbreite von mindestens 400 MHz abdecken muss.

Neben der hohen Bandbreite bestätigt sich der Vorteil des geringen Volumenbedarfs, da für die Messung eine erfindungsgemäße Antenne A mit einer Länge von nur 16mm verwendet wurde, wobei ein FR4-Trägersubstrat Verwendung fand.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Antenne A ist eine höhere Unempfindlichkeit gegenüber sich in der Nähe der Antenne befindender Metallteile, wie beispielsweise Schirmtöpfe oder dergleichen.

## Patentansprüche

1. Inverted-F-Antenne (A), dadurch gekennzeichnet, dass auf  
einer Trägerschicht (FR4) eine Metallschicht (MASSE, MS)  
5 derart partiell aufgetragen ist, dass zumindest ein Antennenarm (AA), ein äußerer Querbalken (AS) sowie ein innerer Querbalken (SS) der Inverted-F-Antenne (A) durch einen metallfreien Teil (AA, AS, SS) der Trägerschicht (FR4) gebildet wird, der die Metallschicht (MASSE, MS) in  
10 eine Massefläche (MASSE) und eine Anschlussfläche (MS) trennt.
2. Inverted-F-Antenne (A), dadurch gekennzeichnet, dass die  
Massefläche (MASSE) und die Anschlussfläche (MS) derart  
15 aufgetragen sind, dass sie die Konturen des metallfreien Teils (AA, AS, SS) der Inverted-F-Antenne bilden.
3. Inverted-F-Antenne (A), dadurch gekennzeichnet, dass die  
Anschlussfläche (MS) zwischen dem inneren Querbalken (SS)  
20 und äußeren Querbalken (AS) zu liegen kommt.
4. Inverted-F-Antenne (A) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der metallfreie  
Teil (AA, AS, SS) der Trägerschicht (FR4) als Dielektri-  
25 kum ausgestaltet ist.
5. Inverted-F-Antenne (A) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Dielektrikum als Ferrit ausgestaltet  
ist.  
30
6. Inverted-F-Antenne (A) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der metallfreie  
Teil (AA, AS, SS) der Trägerschicht (FR4) eine relative  
Permeabilität größer eins aufweist.

7. Inverted-F-Antenne (A) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Inverted-F-Antenne (A) plan ausgestaltet ist.

5 8. Inverted-F-Antenne (A) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite eines äußeren Querbalkens (AS) der Inverted-F-Antenne (A) derart ausgestaltet ist, dass eine Impedanzanpassung der Inverted-F-Antenne (A) an eine an der Inverted-F-Antenne  
10 (A) angeschlossenen Leitung realisiert ist.

9. Inverted-F-Antenne (A) nach einem vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Senden-/Empfangen von Hochfrequenzsignalen eine Leitung (KL) derart an die Inverted-F-Antenne angeschlossen wird, dass  
15 a) ein signalführender Anschluss der Leitung (KL) mit einem metallischen Abschnitt (MS) der Metallschicht (MASSE, ML) elektrisch leitend verbunden ist,  
b) ein Masseanschluss der Leitung (KL) mit einer Massemetallisierung (MASSE) der Metallschicht (MASSE, MS) elektrisch leitend verbunden ist.  
20

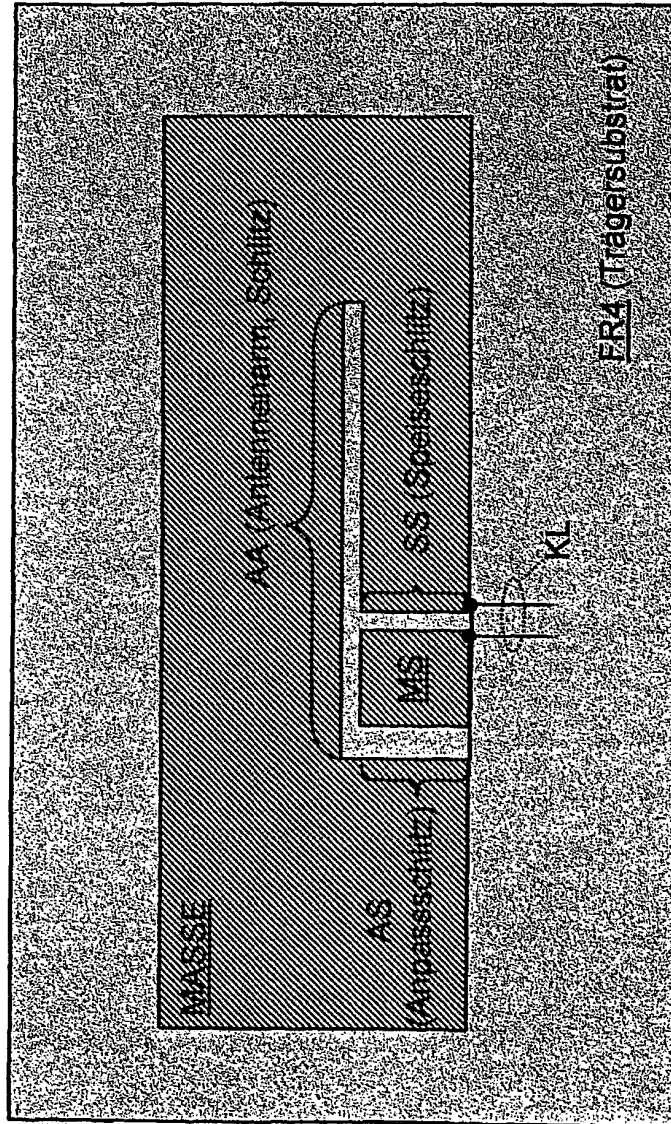
10. Inverted-F-Antenne (A) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (KL) als Triplate-Leitung (KL) ausgestaltet ist.  
25

11. Inverted-F-Antenne (A) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (KL) als "Micro-Strip"-Leitung (KL) ausgestaltet ist.  
30

12. Inverted-F-Antenne (A) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (KL) als Koplanarleitung (KL) ausgestaltet ist.

1/2

FIG 1



2/2

FIG 2

